

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

#2

(11)Publication number : 09-004591

(43)Date of publication of application : 07.01.1997

(51)Int.Cl. F04D 15/00

(21)Application number : 07-175429

(71)Applicant : EBARA CORP

(22)Date of filing : 19.06.1995

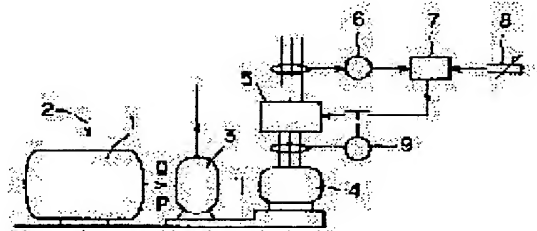
(72)Inventor : KAWAGUCHI KYOJI
KON AKIHIRO

(54) METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING POSITIVE DISPLACEMENT FLUID MACHINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an operating method so that the process value is within the allowable range while the capacity of a Positive displacement pump is fully demonstrated without repeating ON/OFF of the pump.

CONSTITUTION: The fluid is boosted or transferred using a Positive displacement fluid machine 3 to handle the gas or liquid. An AC motor 4 to drive the volume type fluid machine 3 and a frequency converting device 5 capable of adjusting the number of revolution to the range higher than the power supply frequency are provided, and the number of revolution is adjusted so that the input current to the motor is constant irrespective of the change in the operation pressure of the Positive displacement fluid machine.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.02.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision 2003-05070 of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 27.03.2003

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 9 - 4 5 9 1

(43) 公開日 平成9年(1997)1月7日

(51) Int. Cl.⁶

F 0 4 D 15/00

識別記号

庁内整理番号

F I

F 0 4 D 15/00

A

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 9

F D

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 7-175429

(22) 出願日 平成7年(1995)6月19日

(71) 出願人 000000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72) 発明者 川口 恭司

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72) 発明者 艮 昭寛

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

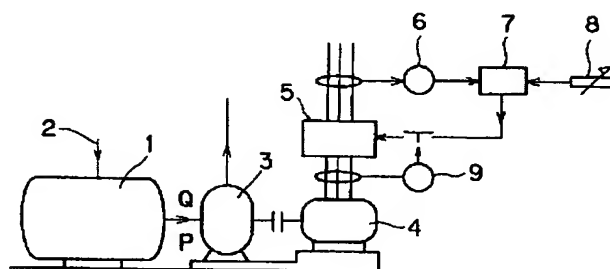
(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

(54) 【発明の名称】 容積形流体機械の制御方法及び装置

(57) 【要約】

【目的】 容積形ポンプの ON・OFF を繰り返すことなくその能力を一杯に発揮させつつプロセス値を許容限度に収めるように運転する方法を提供する。

【構成】 気体、液体を扱う容積形流体機械 3、11、13 を用いて流体の昇圧又は移送を行う方法であって、容積形流体機械 3、11、13 を駆動する交流モータ 4 と、その回転数を調整するため電源周波数より高い範囲まで調整可能な周波数変換装置 5 を設け、容積形流体機械 3、11、13 の運転圧力の変化にかかわらずモータへの入力電流が一定となるように回転数を調整する。



1 : 真空タンク

3 : 真空プロフ

4 : モータ

5 : インバータ

6 : 電流検出器

7 : 比較調節器

8 : 電流設定器

9 : 周波数検出器

Q : 流量

P : 吸込圧力

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 気体、液体を扱う容積形流体機械を用いて流体の昇圧又は移送を行う方法であって、容積形流体機械を駆動する交流モータと、その回転数を調整するため電源周波数より高い範囲まで調整可能な周波数変換装置を設け、前記容積形流体機械の運転圧力の変化にかかわらず前記モータへの入力電流が一定となるように回転数を調整することを特徴とする容積形流体機械の制御方法。

【請求項 2】 前記モータへの入力電流値を前記周波数変換装置の内部またはその一次側あるいは二次側で検出し、モータ定格に応じた一定の電流値を設定する電流設定器を設け、前記入力電流値と設定電流値とを比較する比較調節器の出力にตอบสนองして、前記モータへの入力値を一定に保つようにモータへの入力周波数を調整することを特徴とする請求項 1 記載の容積形流体機械の制御方法。

【請求項 3】 前記周波数信号に上限値を設け、前記モータおよび容積形流体機械の回転数を所定の値以下に保持する機能を備えたことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の容積形流体機械の制御方法。

【請求項 4】 前記モータへの入力周波数が所定の下限値に達したらモータ及び容積形流体機械を停止し、容積形流体機械の上流側と下流側の圧力差あるいは液位差の減少を検出してモータおよび容積形流体機械を起動することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の容積形流体機械の制御方法。

【請求項 5】 気体、液体を扱う容積形流体機械を用いて流体の昇圧、移送を行う装置であって、容積形流体機械を駆動する交流モータと、その回転数を調整するため電源周波数より高い範囲まで調整可能な周波数変換装置と、前記容積形流体機械の運転圧力の変化にかかわらず前記モータへの入力電流が一定となるよう回転数を調整する制御手段を有することを特徴とする容積形流体機械の制御装置。

【請求項 6】 前記モータへの入力電流値を前記周波数変換装置の内部またはその一次側あるいは二次側で検出し、モータ定格に応じた一定の電流値を設定する電流設定器と、前記入力電流値と前記電流設定器での設定電流値を比較する比較調節器とを備え、前記制御手段はこの比較調節器の出力にตอบสนองして前記モータへの入力値を一定に保つようにモータへの入力周波数を調整することを特徴とする請求項 6 記載の容積形流体機械の制御装置。

【請求項 7】 前記周波数信号に上限値を設け、前記モータおよび容積形流体機械の回転数を所定の値以下に保持する機能を備えたことを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の容積形流体機械の制御装置。

【請求項 8】 前記モータへの入力周波数が所定の下限値に達したらモータ及び容積形流体機械を停止し、容積

2

形流体機械の上流側と下流側の圧力差あるいは液位差の減少を検出してモータおよび容積形流体機械を起動することを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の容積形流体機械の制御装置。

【請求項 9】 前記容積形流体機械は二葉、三葉のルーツ形真空ポンプおよび圧縮機、歯車ポンプ、回転ベーン式ポンプおよび圧縮機、水封式真空ポンプおよび圧縮機、往復動形液体ポンプおよび圧縮機、往復動形真空ポンプを含むことを特徴とする容積形流体機械の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えばルーツ形ブロワ、ベーンポンプ等容積形ポンプの運転においてインバータ等を用いて駆動モータの回転数制御を行う場合に適用される容積形流体機械の制御方法及び制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 気体、液体を扱う容積形流体機械（以下容積形ポンプという）を用いて吸込側の降圧、吐出側の昇圧あるいは液体の移送を行う場合、タンク等の密閉容器を設け、これの圧力、液位等のプロセス値を検出して、容積形ポンプの駆動、停止を行いプロセス値を所定の範囲に制御する方法が広く用いられている。駆動モータをインバータ等を用いて回転数の調整を行う場合も、駆動時の急激な増速を避けるため周波数を緩やかに上昇せしめたり、プロセス値の変動状況に応じて運転回転数を単に選択していることが多い。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 容積形ポンプを用いてプロセス値の許容限度を検出して起動し、所要のプロセス値到達を検出して停止するいわゆる ON・OFF 制御においては、運転条件によっては起動頻度が過多となり、モータ等関連機器の損傷を招きやすく、寿命時間の低下が避けられない。そして、起動頻度を許容範囲に収めるためには、タンク等の密閉容器に十分な大きさを必要とすることになり、設備コストの上昇につながる。また、ON・OFF 制御においてはプロセス値の急変化が不可避となり、吸込あるいは吐出側の圧力や液位の変動が大きくシステムの安定した運転が期待できない。また、前記の制御方法は、圧力や液位の検出器に大きく依存しており、これらの検出器の誤動作によって装置の運転が阻害されることが多い。

【0004】 本発明は上述の事情に鑑みなされたもので、ポンプの ON・OFF を繰り返すことなくプロセス値を許容限度に収めるように運転する方法を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 前記の課題を解決するための請求項 1 に記載の発明は、気体、液体を扱う容積形

流体機械を用いて流体の昇圧又は移送を行う方法であって、容積形流体機械を駆動する交流モータと、その回転数を調整するため電源周波数より高い範囲まで調整可能な周波数変換装置を設け、前記容積形流体機械の運転圧力の変化にかかわらず前記モータへの入力電流が一定となるように回転数を調整することを特徴とする容積形流体機械の制御方法である。

【0006】請求項2に記載の発明は、前記モータへの入力電流値を前記周波数変換装置の内部またはその一次側あるいは二次側で検出し、モータ定格に応じた一定の電流値を設定する電流設定器を設け、前記入力電流値と設定電流値とを比較する比較調節器の出力にตอบสนองして、前記モータへの入力値を一定に保つようにモータへの入力周波数を調整することを特徴とする請求項1記載の容積形流体機械の制御方法である。請求項3に記載の発明は、前記周波数信号に上限値を設け、前記モータおよび容積形流体機械の回転数を所定の値以下に保持する機能を備えたことを特徴とする請求項1又は2記載の容積形流体機械の制御方法である。

【0007】請求項4に記載の発明は、前記モータへの入力周波数が所定の下限値に達したらモータ及び容積形流体機械を停止し、容積形流体機械の上流側と下流側の圧力差あるいは液位差の減少を検出してモータおよび容積形流体機械を起動することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の容積形流体機械の制御方法である。請求項5に記載の発明は、気体、液体を扱う容積形流体機械を用いて流体の昇圧、移送を行う装置であって、容積形流体機械を駆動する交流モータと、その回転数を調整するため電源周波数より高い範囲まで調整可能な周波数変換装置と、前記容積形流体機械の運転圧力の変化にかかわらず前記モータへの入力電流が一定となるよう回転数を調整する制御手段を有することを特徴とする容積形流体機械の制御装置である。

【0008】請求項6に記載の発明は、前記モータへの入力電流値を前記周波数変換装置の内部またはその一次側あるいは二次側で検出し、モータ定格に応じた一定の電流値を設定する電流設定器と、前記入力電流値と前記電流設定器での設定電流値を比較する比較調節器とを備え、前記制御手段はこの比較調節器の出力にตอบสนองして前記モータへの入力値を一定に保つようにモータへの入力周波数を調整することを特徴とする請求項6記載の容積形流体機械の制御装置である。請求項7に記載の発明は、前記周波数信号に上限値を設け、前記モータおよび容積形流体機械の回転数を所定の値以下に保持する機能を備えたことを特徴とする請求項5又は6記載の容積形流体機械の制御装置である。

【0009】請求項8に記載の発明は、前記モータへの入力周波数が所定の下限値に達したらモータ及び容積形流体機械を停止し、容積形流体機械の上流側と下流側の圧力差あるいは液位差の減少を検出してモータおよび容

積形流体機械を起動することを特徴とする請求項5ないし7のいずれかに記載の容積形流体機械の制御装置である。請求項9に記載の発明は、前記容積形流体機械は二葉、三葉のルーツ形真空ポンプおよび圧縮機、歯車ポンプ、回転ベーン式ポンプおよび圧縮機、水封式真空ポンプおよび圧縮機、往復動形液体ポンプおよび圧縮機、往復動形真空ポンプを含むことを特徴とする容積形流体機械の制御装置である。

【0010】

10 【作用】請求項1又は5に記載の発明においては、容積形ポンプの駆動モータへの入力電流が一定となるよう回転数を調整することにより、容積形ポンプの運転差圧が減少し所要動力が低減すると回転数が上昇し、それに比例して吸込流量は増大する。逆に、運転差圧が増大し所要動力が増大すると、回転数および吸込流量が減少し、モータへの入力電流は一定を保つ。通常、交流電動機駆動の容積形ポンプの所要発生最大差圧および流量は、電源周波数における定格回転数において達成されるが、運転差圧減少時には増速できるよう、電源周波数より高い範囲まで調整可能な周波数変換装置を用いることにより、この作用を具現することができる。

【0011】容積形ポンプの容量を、変動する需要の時間的平均付近に選定することにより、容積形ポンプは起動・停止を繰り返すことなく需要の変動に応じて回転数が上下しつつ連続運転され、制御機構が単純で設備コストも低い。容積形ポンプを組入れた装置の起動はその前後の稼働圧力差以下あるいは液位差以下を検知して手動あるいは自動で行われるが、起動時は一般に圧力、液位は容積形ポンプにとり低負荷の値となるため、回転数は上昇して流量を増大せしめ、急速に所要の圧力、液位を得ることができる。

【0012】請求項2又は6に記載の発明においては、モータへの入力電流値が前記周波数変換装置の内部またはその一次側あるいは二次側で検出され、比較調節器において入力電流値と電流設定器により設定された設定電流値とを比較し、この出力に応じて前記モータへの入力電流値が一定に保たれる。請求項3又は7に記載の発明においては、周波数変換装置の発生周波数に上限を設けることにより、回転数の過度の上昇が回避される。請求項4又は8に記載の発明においては、前記発生周波数の下限値を設け、これを検知して駆動モータを停止することにより過負荷が防止される。

【0013】

【実施例】図1は、本発明を真空式下水収集システム用の真空ブロワに用いた第一の実施例を示す。このシステムは真空ポンプ場に真空タンク1を設け、これのタンクの真空度を保つことにより、接続された配管2より汚水を連続して収集するものである。

【0014】すなわち、真空ブロワ3を駆動する交流モータ4はインバータ（周波数変換装置）5により給電さ

れる。インバータ 5 の一次側には電流検出器 6 が設けられ、比較調節器 7 に入力される。一方、モータ 4 の定格に応じて電流値を設定する電流設定器 8 からの信号が比較調節器 7 にて電流検出値と比較され、その偏差に応じた周波数増減信号がインバータ 5 の周波数設定部に入力され、モータ 4 すなわち真空ブロウ 3 の回転数が増減される。9 は、インバータ 5 により 2 次側の周波数を計測する周波数検出器であり、周波数の上限値を設定することができる。

【0015】図 2 は、図 1 の真空ブロウ 3 を電流一定で制御した場合の特性の変化を説明する図である。この図は、定速および回転数調整時の容積形真空ポンプの理論特性を示すものである。すなわち、横軸の真空度 P に対し、各回転数一定時の理論流量 Q を縦軸に示すと、容積形ポンプの特性として流量は回転数に比例し、各回転数について $Q 100\%N$, $120\%N \cdots$ なる水平線で示される一定値となる。一方、所要動力は真空度 P により変化するが、定格回転数の時の定格流量を 100% とし、定格真空度を所要動力が最大となる値 P 。にとったときの所要動力を 100% として表す。真空ポンプの作動を断熱圧縮として、真空度 P に対する各回転数における所要理論動力を示すと $L 100\%N$, $120\%N \cdots$ の曲線群で表される。これらと動力一定の $L 100\%$ なる水平線の交点は、それぞれの回転数において理論動力 100% の一定値を与える真空度を示す。この真空度に対応する流量は各回転数に対応する流量 $Q 100\%$, $120\% \cdots$ として求めることができる。電源電圧一定のもとに一次電流一定すなわち入力動力一定となるよう回転数を調整することにより、結果として真空度 P に対する流量 Q は図の点線 $Q-P (L \text{ const})$ で表すような特性を示す。

【0016】図 2 においては、真空ポンプの断熱効率、機械効率を一定とし、インバータおよびモータの効率も一定として表しているが、実際の装置においても回転数や真空度が変動してもそれらの効率の変化は比較的小さく、入力電力一定とした真空度と流量の関係は $Q-P (L \text{ const})$ 曲線の傾向を示す。図 2 より明らかなように、真空度 P が低下する、すなわち、吸込絶対圧力が上昇すると入力電流が一定となるよう、モータの電源周波数すなわち回転数が上昇し、吸込流量が顕著に増大する。例えば、図 2 で示すように真空度が P_1 になると回転数は定格の 160% に増大し、流量も同様の増大を示す。

【0017】従来、真空下水収集システムなどでは、真空ポンプは定速で運転され、中間真空度、例えば P_1 まで真空度が低下すると起動し、最大真空度 P 。に到達すると停止し、この起動・停止が繰返されていた。減圧タンク圧力は最大真空度 P 。と、中間真空度 P_1 。との間に維持されて運転されることが多いが、真空ポンプ容量を最多頻度の所要風量に選定し、所要動力一定の回転数制

御を行うことにより、その間真空ポンプは $ON \cdot OFF$ されることなく真空度に対応した回転数で連続運転される。また、減圧タンク容量は従来のように真空ポンプの起動頻度を考慮した大きな容量は不要となる。

【0018】設備稼働開始時は減圧タンクの真空度は低いため、真空ポンプは増速された運転を行い、速やかに所定真空度を得ることができる。その後、需要に応じて回転数が自動的に調整されながら連続運転を継続する。夜間などの設備休止時は最大真空度 P 。に対応する規定周波数を検知して真空ポンプを停止し、設備稼働開始時は中間真空度 P_1 。を検知して運転を再開することができる。

【0019】減圧タンクの真空度が低いとき真空ポンプの過度の増速を防止するには、インバータ二次側の周波数を検知し、周波数に上限値を設定することにより真空ポンプは常時許容回転数で運転することができる。

【0020】汎用されているインバータを用いた周波数変換装置では電源周波数以下では二次電圧と二次周波数の比を一定としているが、電源周波数以上では二次電圧は電源電圧により制約されこれと同じ値となる。したがって、一次電流を一定に制御することにより、モータ電流は定格値に近いほぼ一定となりモータの温度上昇、過負荷等の不具合は生じない。

【0021】第二の実施例として、図 3 には容積形の圧油ポンプ 11 を用いて圧力タンク 12 に蓄圧し、昇圧された液体を種々のプロセスに利用する装置を示す。圧油ポンプ 11 は圧力タンクの圧力あるいは液位を所定の範囲に保持すべく、通常、自動 $ON \cdot OFF$ 運転が行われる。

【0022】図 4 は、図 3 の装置により容積形液体ポンプを制御した場合の理論特性を示す。定速運転時には流量 Q は運転圧力 P に対し一定値となり $Q (N 100\%)$ なる水平線で示される。所要動力 L_P は圧力 P に比例して増大し $L_P 100\%N$ なる直線で表示される。

【0023】本発明による容積形ポンプ駆動モータへの入力を一定として回転数を調整することにより、流量と運転圧力の関係は $Q-P (L_P \text{ const})$ の曲線で示すものとなり、運転圧力の低下とともに回転数が上昇し、流量は顕著に増大する。回転数には N_{max} なる上限値が設定されている。

【0024】装置稼働開始時は圧力 P_1 以下を検知して容積形ポンプ 11 は起動し、流量が大きいため速やかに所定の圧力あるいは液位を実現することができる。さらに、容積形ポンプ容量を適切に選定することにより、装置稼働中は圧力 $P_1 \sim P$ 。間にて連続運転され起動頻度が抑えられる。すなわち、従来の定速 $ON \cdot OFF$ 運転では起動頻度を考慮した大きな容量を持つ圧力タンクは本発明の適用により不要となる。装置の停止は、回転数下限値 N_{min} すなわち最低周波数を検知して容積形ポンプは停止される。この N_{min} は周波数変換装置 5 の二次

側電流すなわちモータ電流が許容値を越えないよう設定される。

【0025】第三の実施例として、図5は容積形圧縮機13を用いて気体を圧力タンク14に蓄圧し、昇圧された気体を種々のプロセスに使用する装置を示す。図6には定格圧縮比 $P_2/P_1 = 2.5$ なる容積形圧縮機の断熱理論特性を示し、定速運転時には吸込流量 Q_1 は運転圧縮比 P_2/P_1 に対し一定となり、 $Q_1 100\%N$ なる水平線で示される。所要断熱動力 L_{ad} は圧縮比 P_2/P_1 とともに増大し、 $L_{ad} 100\%N$ なる曲線で表される。

【0026】本発明による容積形圧縮機駆動モータへの入力を一定として回転数を調整することにより、吸込流量と圧縮比の関係は $Q_1 (L_{ad} \text{ const})$ なる曲線で示すものとなり、圧縮比の減少とともに吸込流量は顕著に増大する。回転数には N_{max} なる上限値が、周波数変換装置二次側の周波数を検知することにより設定されている。

【0027】容積形圧縮機の容量を増速運転を考慮して適切に選定することにより装置稼働中は (P_2/P_1) 20
。 $\sim (P_2/P_1)$ の間で連続運転される。モータへの給電周波数により検知される最低回転数 N_{min} に達すると駆動モータは停止されモータの過負荷が防止される。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、容積形ポンプをその駆動モータの入力電力が一定となるよう回転数制御を行うことにより、運転圧力あるいは液位に応じ自動的にモータを含めたポンプユニットとしての能力を最高度に発揮しつつ連続運転を行うことができる。また、従来のON・OFF制御においては機械の起

動頻度を許容限度内に抑えるため比較的大容量の蓄圧槽類を必要としたが、これらの槽類を不要とし、あるいは至って小さいものとすることができる。さらに、装置の稼働開始時は動力一杯まで回転を上昇させることにより、容積形ポンプ前後の圧力差あるいは液位差を急速に使用可能状態まで増大させることができる。また、過度の起動・停止を避けて需要に応じた連続運転が可能となり、容積形ポンプの定格容量を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第一実施例の容積形ポンプの制御装置を示すブロック図である。

【図2】この発明の第一実施例の制御方法による容積形ポンプの特性を示すグラフである。

【図3】この発明の第二実施例の容積形ポンプの制御装置を示すブロック図である。

【図4】この発明の第二実施例の制御方法による容積形ポンプの特性を示すグラフである。

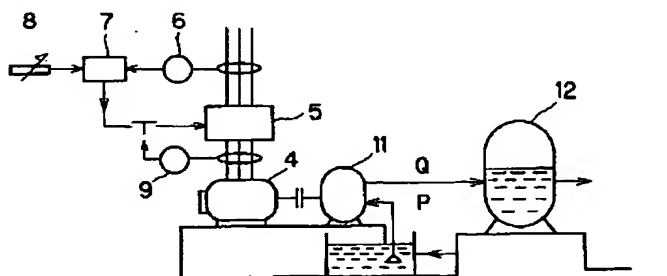
【図5】この発明の第三実施例の容積形ポンプの制御装置を示すブロック図である。

【図6】この発明の第三実施例の制御方法による容積形ポンプの特性を示すグラフである。

【符号の説明】

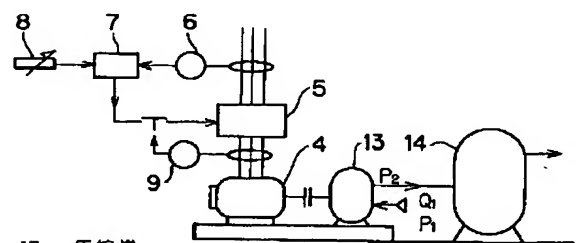
- 3, 11, 13 容積式流体機械
- 4 交流モータ
- 5 周波数変換装置
- 6 電流検出器
- 7 比較調節器
- 8 電流設定器
- 9 周波数検出器

【図3】



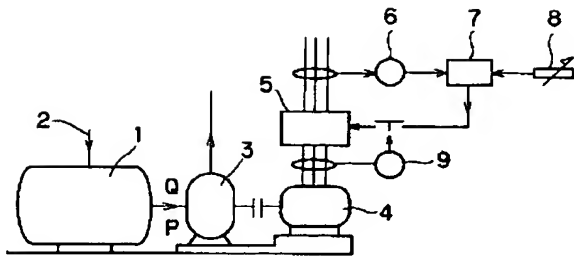
- 11: 圧油ポンプ
- 12: 圧力タンク
- 4: モータ
- 5: インバータ
- 6: 電流検出器
- 7: 比較調節器
- 8: 電流設定器
- 9: 周波数検出器
- Q: 流量
- P: 吐出圧力

【図5】



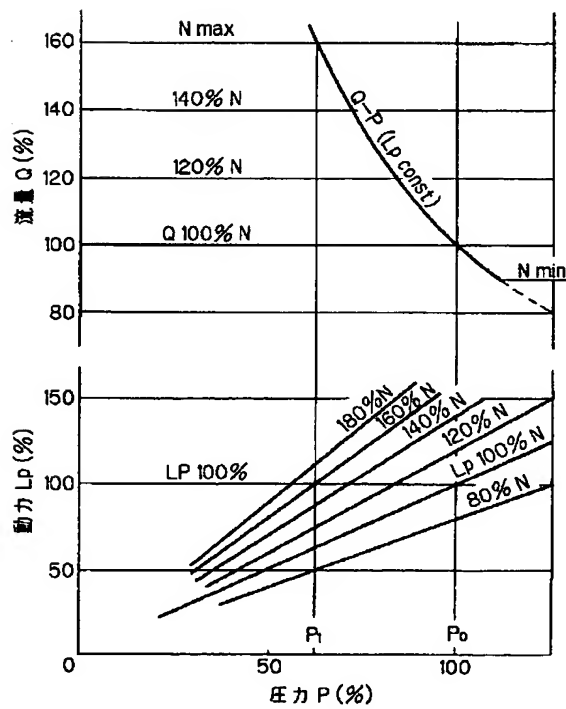
- 13: 圧縮機
- 14: 圧力タンク
- 4: モータ
- 5: インバータ
- 6: 電流検出器
- 7: 比較調節器
- 8: 電流設定器
- 9: 周波数検出器
- 13, P2: 吸込、吐出圧力
- Q1: 吸込流量

【図 1】

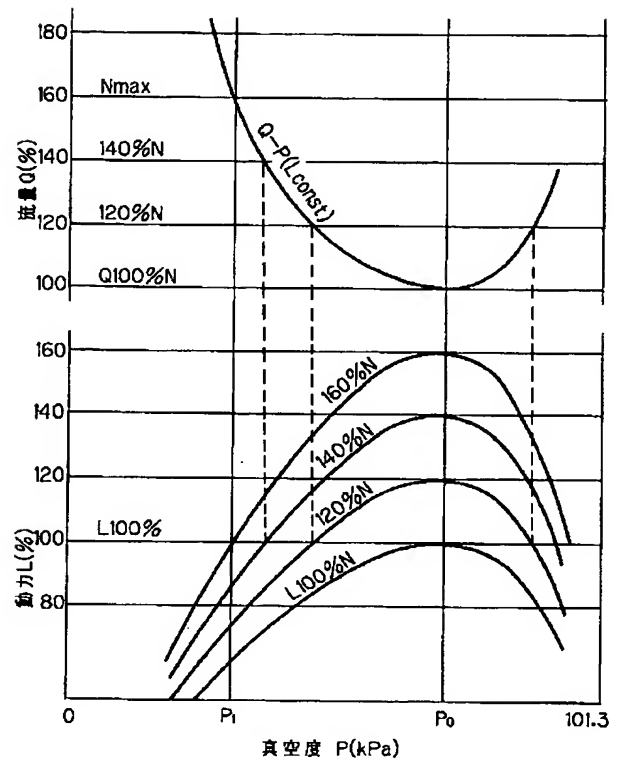


- 1 : 真空タンク
 3 : 真空プロフ
 4 : モータ
 5 : インバータ
 6 : 電流検出器
 7 : 比較調節器
 8 : 電流設定器
 9 : 周波数検出器
 Q : 風量
 P : 吸込圧力

【図 4】



【図 2】



【図 6】

